

DOMAIN CONTROL METHOD FOR NONLINEAR FERRODIELECTRIC OPTICAL MATERIAL

Patent Number: JP4019719
Publication date: 1992-01-23
Inventor(s): YAMADA MASAHIRO; others: 01
Applicant(s): SONY CORP
Requested Patent: ☐ JP4019719
Application Number: JP19900124786 19900515
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/37; H01S3/109
EC Classification:
Equivalents: JP2969787B2

Abstract

PURPOSE: To easily form a periodic domain inversion structure part which has a fine pitch with high accuracy without causing variation in refractive index by arranging a 1st and a 2nd electrode opposite each other on the mutually opposite main surfaces of a nonlinear ferroelectric optical material body which is formed into a single domain, and applying a pulse voltage between those electrodes and performing domain control.

CONSTITUTION: On the mutually opposite main surfaces of the nonlinear ferroelectric optical material body 1 which is made into the single domain, the 1st and 2nd electrodes 11 and 12 are provided directly opposite each other. At least one of those opposite electrodes 11 and 12 is formed on a necessary electrode pattern, i.e. the domain inversion part according to the pattern and the necessary pulse voltage is applied between those the opposite electrodes 11 and 12 to perform the domain control which locally forms the domain inversion part 3 in pattern corresponding to the electrode pattern. Consequently, the fine pitch and pattern can be formed with high accuracy, and the applied pulse voltage is controlled to easily perform thickness control over an inverted domain with high accuracy.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-19719

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)1月23日

G 02 F 1/37
H 01 S 3/109

7246-2K
7630-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法

⑯ 特 願 平2-124786

⑰ 出 願 平2(1990)5月15日

⑱ 発 明 者 山 田 正 裕 東京都品川区北品川6丁目5番6号 ソニー・マグネ・ブ
ロダクツ株式会社内

⑲ 発 明 者 木 島 公 一 郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

⑳ 出 願 人 ソ ニ ー 株 式 会 社 東京都品川区北品川6丁目7番35号

㉑ 代 理 人 弁 理 士 松 隈 秀 盛

明 細 書

発明の名称 非線形強誘電体光学材料に対する
ドメイン制御方法

F 作用

G 実施例

H 発明の効果

特許請求の範囲

シングルドメイン化された非線形強誘電体光学材料体の相対向する両主面に第1及び第2の電極を対向配置し、これら第1及び第2の電極の少くとも一方を所要の電極パターンとし、上記第1及び第2の電極間に所要のパルス電圧を印加して上記電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部を局部的に形成するドメイン制御を行うことを特徴とする非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法。

発明の詳細な説明

以下の順序で本発明を説明する。

A 産業上の利用分野

B 発明の概要

C 従来の技術

D 発明が解決しようとする課題

E 課題を解決するための手段

A 産業上の利用分野

本発明は、例えば光第2高調波発生素子(以下SHGという)における同期ドメイン反転構造部の形成に用いて好適な非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法に係わる。

B 発明の概要

本発明は非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法に係わり、シングルドメイン化された非線形強誘電体光学材料体の相対向する主面に第1及び第2の電極を対向配置し、これら第1及び第2の電極の少くとも一方を所要の電極パターンとし、これら第1及び第2の電極間にパルス電圧を印加して、上記電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部を局部的に形成するドメイン制御を行うもので、例えば微細ピッチの同期ド

メイン反転構造部を屈折率の変化を来すことなく、高精度にかつ比較的簡単に形成することができるようにするものである。

C 従来の技術

非線形光学によるレーザー光の波長変換への適用、例えばSHGによって波長範囲の拡大化がはかられ、これに伴いレーザーの利用範囲のより拡大化と、各技術分野でのレーザー光利用の最適化がはかられる。例えばレーザー光の短波長化によって、レーザー光を用いた光記録再生、光磁気記録再生等の記録密度の向上等が挙げられる。

非線形光学相互作用における効率良い動作の実現は、その相互作用させる光波間に、エネルギー及び運動量の保存関係が満足されねばならない。また、相互作用する光波間の重なり合いや、動作長、強度は効率を直接左右するパラメータである。ところが一般の光学材料は、波長によって屈折率に変化する（分散をもつ）ことから、エネルギーの保存される波長間で同時に運動量を保存させる

ことができない。このため、結晶の異方性、すなわち複屈折性を用いて位相整合を行わしめて運動量保存をとっている。

これに対して非線形強誘電体光学材料バルクにおいて周期的に非線形係数の方向だけを逆転させた構造による周期ドメイン反転構造では、各層の厚さをコーヒーレンス長（位相不整合成分が丁度 π となる長さ）の奇数倍としたとき、各層で発生した非線形分極により生ずる波は互いに同位相となり強め合うことが知られている（例えばJ.A. Armstrong, N. Bloembergen, J. Ducuing and P.S. Pershan, *Physical Review*, **127**, (1962), P1918～、及びD. Feng, N-B Ming, J-P Hong et. al, *Applied Physical Letters*, **37**, (1980), P607～P609参照）。したがってこれによれば直接には位相整合のとれない材料や、従来利用できなかった非線形感受率の最大のテンソル成分 d_{33} の利用が可能となる。

一方、導波型構造の非線形光学相互作用への利用は、導波路によりエネルギーが高密度化される

こと、また回折することがないことにより長い距離での相互作用が可能となり、さらにその構造によって伝搬定数を制御できることから、位相整合の自由度が増大する。しかしながら、反面、材料分散の大きいことから通常では基本モード間での位相整合が不可能であり、変換効率を著しく劣化させる。非線形導波路材料の複屈折性を用いて、基本モード間での位相整合を可能とした素子の場合でも、位相整合に対して条件が厳しく、動作温度や光導波路の作製条件に厳しい精度が要求される。例えば動作温度の変動を 0.1°C 未満に抑える必要があるとか、 100\AA 程度以下の導波路の厚さ精度が要求される。

これに対し、例えば応用物理、56巻（1987）第1637頁～第1641頁及びP.K. Tien, R. Ulrich and R.J. Martin, *Applied Physics Letters*, **17** 巻（1970）477頁～480頁に記載された非線形導波路におけるチエレンコフ放射を用いたSHGは、位相整合を自動的に満足するような方向に、すなわちチエレンコフ角 α をもって非線形分極により発

生する波は強め合いこれが放射される。したがって、この場合、基板に非線形性の大きい材料を用いることにより、高効率動作が期待できる。例えばチエレンコフ放射型の非線形導波路型SHGの基板として上記前者の文献（応用物理）では、 LiNbO_3 でその非線形感受率の最大のテンソル成分 d_{33} が用いられている。

しかしながら、このチエレンコフ放射による非線形相互作用では、放射される波が、ある一定のチエレンコフ角 α で基板内にもぐって出てくるため、基板からの出射光のスポット形状、例えばファースフィールドパターンは例えば三日月状の特異形状のパターンとなり、レンズ光学系によって解析限界に集光しにくいという問題があり、実用上利用しにくいという課題がある。また、このチエレンコフ放射型の導波路型SHGにおけるその導波路内の波とチエレンコフ放射波の重畳はSHGの効率に大きな影響を及ぼすものであり、これがため、チエレンコフ角 α は上述の重畳が大となるように小さい角度であることが望まれる。

今、光導波路型チエレンコフ放射SHGについてその動作について考察する。この場合、第4図に示すように、非線形光学基板(1)上の導波路(2)における導波モード(基本波)の伝播係数を β_r とし、基板(1)内にバルク波(高調波)の伝播定数を k_{SN}^{SUB} とすると、位相不整合成分 Δk は、

$$\Delta k = 2\beta_r - k_{SN}^{SUB} = 2k_{r0} \{ (\beta_r/k_{r0}) - n_{SN}^{SUB} \} \quad \dots\dots(1)$$

$$2\beta_r = k_{SN}^{SUB} \cdot \cos \alpha \quad \dots\dots(2)$$

となる α の方向に高調波を発生する。ここで、 k_{r0} は基本波波長における真空中の伝播定数($2\pi/\lambda_r$)とすると、この関係は、

$$\cos \alpha = (\beta_r/k_{r0}) n_{SN}^{SUB} \quad \dots\dots(3)$$

となる。ここで、 n_{SN}^{SUB} は基板の高調波に対する屈折率であり、

$$n_{SN}^{SUB} = n_{SN}^0 \cdot n_{SN}^e / \sqrt{(n_{SN}^0)^2 \cos^2 \alpha + (n_{SN}^e)^2 \sin^2 \alpha} \quad \dots\dots(4)$$

(n_{SN}^0 及び n_{SN}^e は高調波波長での常光及び異常光の屈折率)

導波路(2)中に基本波を伝播させる条件は、

D 発明が解決しようとする課題

上述した非線形導波路によるチエレンコフ放射のSHGにおいてそのチエレンコフ放射角 α の縮小をはかることができればこれによって第2高調波の基板(バルク)内への入り込みを小さくさせて取り出される第2高調波光のスポット(ファースフィールドパターン)の歪の小さい円形パターンとすること、基本波と高調波の伝播方向をほぼ一致させることができることによって両者の重畳を高め、変換効率の向上をはかることになる。

この課題の解決をはかるものとして、本出願人等は、先に特願昭63-246545号において第2図に示すように、非線形強誘電体光学材料基板(1)上に光導波路(2)が設けられチエレンコフ放射による第2高調波を発生させるSHGにおいて、基板(1)上に周期的にドメインが反転する周期ドメイン反転構造部(3)を設けこれの上に光導波路(2)を設けるか、導波路(2)内に周期ドメイン反転構造部(3)を設けることによってチエレンコフ放射角 α の縮小化をはかり、第2高調波光のスポット形状の改善、変換

$$n_r^{SUB} \leq (\beta_r/k_{r0}) \leq n_r^{FILM} \quad \dots\dots(5)$$

(但し n_r^{SUB} 及び n_r^{FILM} は基板(1)及び導波路(2)の基本波に対する屈折率)であり、チエレンコフ放射の条件は、

$$(\beta_r/k_{r0}) \leq n_{SN}^{SUB} \quad \dots\dots(6)$$

となり、(5)及び(6)式の条件でチエレンコフ放射SHGを生じる。この条件範囲を第5図の導波モードの分散を与えるグラフで示す。

この場合、LiNbO₃導波路で入射光は波長1.064 μm (YAGレーザー光)とした場合の、TMモードの場合であり、基板の屈折率は2.155、導波路の屈折率は2.288としている。第5図は、横軸に屈折率(等価屈折率)をとり、縦軸に導波路の厚さをとったものである。この場合、導波路の厚さが約1.0 μm 以下では存在できるモードが1つである単一モード動作が得られる。因みに具体的には、LiNbO₃基板表面をプロトン交換した光導波路としたSHGでは、チエレンコフ角 α は、基本波の波長が1.064 μm で約13°、0.83 μm で約16°である。

効率の向上をはかったSHGを提供した。

ところが、このようなSHGにおいても、実際上ドメイン反転構造部(3)の作製に問題が生じる。

すなわち、例えば前述したバルク型の周期ドメイン反転構造において採られているドメイン反転の形成方法としては、例えば非線形強誘電体光学材料結晶の引上育成時に電流制御等によりドメインを交互に反転させる方法が知られている。しかしながらこの方法による場合、大規模な装置が必要となるのみならずドメイン形成の制御が難しいという課題がある。

また、他の周期ドメイン反転構造の形成方法としては、シングルドメインすなわち単分域とされた非線形強誘電体光学材料のバルク面、例えばLiNbO₃の+c面の選択された部分に、Tiを拡散することによってドメインの反転部を形成するという方法が知られている。ところがこの方法による場合は、Tiの拡散によって屈折率が変化する。

上述したように、従来のドメイン反転部の形成方法を採用する場合、ドメイン制御を高精度に行い難

いとか、屈折率の変化を来すことから第2高調波のビームが多数本になるという問題が生じ、この問題を解決するためには導波路とドメイン変調の自由度が大幅に減り、最大変換効率を得る条件が実現できないという課題がある。

本発明は、このような制約を排除でき、例えば上述した導波路型の周期ドメイン反転構造による作製に適用して、第2高調波光のスポットが単一で歪がなく、更に変換効率の高いSHGを得ることができるドメイン制御方法を提供する。

E 課題を解決するための手段

本発明は、例えば第1図に示すように、シングルドメイン化された非線形強誘電体光学材料体(1)の相対向する主面にそれぞれ直接的に対接させて第1及び第2の電極(11)及び(12)を配し、これら対向電極(11)及び(12)の少くとも一方を所要の電極パターンすなわち形成しようとするドメイン反転部上にこのパターンに応じて形成し、これら対向電極(11)及び(12)間に所要のバース電圧を印加

できる。

そして、この場合の反転ドメイン形成の印加電圧をバース電圧としたので、その印加電圧を可成り高めても、直流電圧を印加する場合における持続的な電流の流れ過ぎによる光学材料体(1)の結晶の破損の問題を回避できる。更にこのバース電圧印加時において、抗電界減少のために材料体(1)を加熱した状態で行うことが望まれるが、上述したように本発明によれば、印加電圧を高めることができることから、光学材料体(1)への熱的影響、電極の焼付け等を回避できる。また、これらのことから、周期反転ドメインのピッチのより微細化をはかることができる。

G 実施例

本発明による非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法の一例を、第2図に示した周期ドメイン反転構造部(3)を有する光導波路型SHGを得る場合について第3図を参照して説明する。

第3図Aに示すように、例えば LiNbO_3 基板のZ

として電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部(3)を局部的に形成するドメイン制御を行う。

F 作用

上述の本発明方法によれば、シングルドメインの非線形強誘電体光学材料体(1)を挟んで設けられた第1及び第2の電極(11)及び(12)間にバース電圧を印加することによって電場の生じた部分、すなわち電極パターンに対応した部分に自発分極の反転が生じ、ドメイン反転部が発生する。これは電場の印加によって非線形強誘電体光学材料基板(1)の単位格子にあるイオンの微小変化が生ずることによるものと考えられる。

このように単に電極パターンの形成によってこのパターンのドメイン反転部を形成するようにしたので、この電極パターンの形成をフォトリソグラフィ等の高精度微細加工が可能な技術の適用によって微細ピッチ及びパターンに高精度に形成でき、また印加電圧の制御によって反転ドメインの厚さ制御も容易にかつ高精度をもって行うことが

基板より成る非線形係数の大きい非線形強誘電体光学材料体(1)を用意する。この材料体(1)は、予め例えばキュリー温度以下の例えば1200℃程度まで昇温してその厚さ方向に外部直流電場を全面的に印加することによって全面的にそのc軸が厚さ方向に揃えられたシングルドメイン化された基板が用いられる。そして、この材料体(1)の両主面(1a)と(1b)とに第1の電極(11)と第2の電極(12)とを被着形成する。この場合、+c面より成る例えば第1の主面(1a)上に、得ようとする周期ドメイン反転構造部の周期(ピッチ)2Λをもって金属、例えばPtによる電極(11)を平行ストライプパターンに形成する。この電極(11)の平行ストライプ部は、各対応する例えば一端部で相互に連結された櫛状となしてここより共通の端子t₁を導出する。この電極(11)のパターンの形成は、周知の技術、例えばフォトリソグラフィ技術によって形成し得る。すなわち例えばPt、Ti、W、Ta等の金属或いはITO(インジウム・錫の複合酸化物)、酸化錫などの導電性酸化物等の導電材料を例えば

蒸着等によって全面的に形成して後に例えばフォトリソストを全面塗布、露光及び現像して所要のパターン、この例では歯状パターンとし、これをエッチングマスクとして上述のPt等の導電材料層をエッチングして所要のパターンとして電極(11)を形成する。或いは、材料体(1)の主面(1a)上にリフトオフマスクを目的とする電極パターンの形成部以外に形成しておき、これの上から上述のPt等の導電材料を全面的に被着形成し、その後、マスクを排除することによって、このマスク上の導電材料層のみをリフトオフして所要のパターンを有する電極(11)を形成する。

一方、材料体(1)の他方の主面(1b)の例えば-c面には、全面的に上述した電極(11)の構成材料と同様のPt等の導電材料を蒸着等によって形成することによって、第2の電極(12)を形成し、これより端子t₂を導出する。

そして、この材料体(1)を、この材料体(1)の構成材料に応じてその特性劣化を回避する所要の雰囲気中例えば酸素、空気、窒素、希ガス、酸素を含

む水蒸気等の雰囲気中で、必要に応じて材料体(1)の抗電界を下げるために所要の温度下例えば150℃～1200℃好ましくは300℃～1200℃の加熱雰囲気中で両端子t₁及びt₂間にパルス電源(13)よりパルス電圧を印加して、材料体(1)の厚さ方向、すなわちc軸方向に、数百V/cm～数千kV/cmの電場が生じるようにパルス電圧をパルス幅μ秒～数分をもってパルス回数1～数千回印加する。このようにすると、反転ドメインが、第1の電極(11)のストライプパターンのピッチ2Λ(2Λは例えば1～500μmとする)に応じたピッチの周期ドメイン反転構造部(3)が得られる。例えば材料体(1)として厚さ1mmのLiNbO₃の基板を用いる場合、+c面を正極側に空気中で650℃の加熱下でパルス数2回でパルス幅0.1μ秒、パルス電圧40kV/cmを印加したところ反転部が+c軸とは逆向きに電極(11)のパターンに応じて生じ、ピッチ2Λの周期ドメイン反転構造部(3)を主面(1a)側に形成することができた。

次に第3図Bに示すように、第1及び第2の電

極(11)及び(12)を除去する。例えば第1及び第2の電極(11)及び(12)がPtである場合は、王水(HNO₃:HCl=1:3)によるウェットエッチングによって除去し得る。

そして、第3図C₁に示すように、この周期ドメイン反転構造部(3)を有する材料体(1)の主面(1a)側に例えばピロリン酸を塗布後熱拡散させたり、例えばホットリットン酸に浸してプロトン置換によって屈折率が材料体(1)に比し大とされた光導波路(2)を形成する。

このようにすると周期ドメイン反転構造部(3)が光導波路(2)内に入り込んだ構造が得られるが、他の例としては、第3図C₂に示すように、周期ドメイン反転構造部(3)を有する材料体(1)の一主面上に光導波路(2)を、非線形ないしは線形の基本波に対して吸収率が低く材料体(1)より高屈折率材料層の例えばTa₂O₅にTiO₂がTiとTaの和に対するTiの割合Ti/(Ti+Ta)(原子%)が、 $0 < Ti/(Ti+Ta) \leq 60$ (原子%)となるようにドーパされた材料層、或いはそのほか窒化シリコン、2酸化チタン、セ

レン化砒素ガラス、硫化亜鉛、酸化亜鉛等の蒸着による堆積やエピタキシャル成長によって形成する。

そして、この光導波路(2)を有する材料体(1)の平行ストライプパターンのドメイン反転部以外のこれらを連結する櫛状連結部を除去する切断を行い平行ストライプ状の周期ドメイン反転構造部(3)が導波方向を横切って形成された目的とする例えば第2図に示したSHGを得る。

また、光導波路(2)は、その幅方向についても制限したいわゆるリッジ型構造を採ることが望ましい。

尚、上述した例では、+c面側の主面(1a)の電極(11)を平行ストライプパターンとして、平行ストライプパターンの周期ドメイン反転構造部(3)を形成するようにした場合であるが、-c面側の主面(1b)の電極(12)を平行ストライプパターンとして主面(1b)側に周期ドメイン反転構造部を形成し、この主面(1b)側に前述した光導波路(2)の形成を行うこともできる。

このようにして得た第2図に示した構造のSHGの動作条件について考察する。

基本波の導波モードの伝搬定数 β_r (または等価屈折率 $\beta_r/(2\pi/\lambda_r) = \beta_r/k_{r0}$)(ここに、 λ_r は基本波の波長、 k_{r0} は基本波の真空中での伝搬定数)と高調波であるチエレンコフ放射波の伝搬定数 $k_{sn} = 2\pi \cdot n_{sn}^{sub}/\lambda_{sn}$ (ここに n_{sn}^{sub} は基板(材料体)(1)の高調波の屈折率)との間の不整合成分 Δk は、

$$\Delta k = 2\beta_r - k_{sn} = \frac{4\pi}{\lambda_r} \{(\beta_r/k_{r0}) - n_{sn}^{sub}\} \\ = \frac{4\pi}{\lambda_r} \Delta n \quad \dots\dots (7)$$

であり、チエレンコフ放射は、この Δn が第5図で示されるように、負のときに発生するものであるが、上述の構成による周期ドメイン反転構造部(3)を有する場合、 $\Delta n = (\beta_r/k_{r0}) - n_{sn}^{sub}$ は、その周期 2Λ と、導波モードの伝搬定数を決定するパラメータである膜厚と、光導波路の屈折率 n_{sn}^{sub} の間に次のような条件が必要である。

そして、この(10)式を書き直すと、

$$\lambda_r/2\Lambda = 2|\Delta n| \quad \dots\dots (11)$$

$$\text{または } \lambda_{sn}/2\Lambda = |\Delta n| \quad \dots\dots (12)$$

となる。

一方周期構造(周期 2Λ)によって伝搬定数は、 $P\pi/\Lambda$ (P はブラッグ反射の次数)の振動(ブラッグ反射)を受ける(例えば、A. Yariv 著 "Optical Electronics" pp414~421, Holt, Rinehart and Wilson 1985参照)。式(11)及び(12)の成分は、 β_r 及び k_{sn} にそれぞれ振動を与えることになり、その結果として位相の整合がとれることになる。すなわち、 $P=1$ として周期構造をもつ場合に(11)式は、(11)式及び(12)式により、 $2\{\beta_r - (2\pi/2\Lambda)\} - \{k_{sn} - (2\pi/2\Lambda)\} = 2k_{r0} \{(\beta_r/k_{r0}) - n_{sn}^{sub}\} - (\lambda_r/4\Lambda) = 0$ $\dots\dots (13)$

となり、周期ドメイン反転構造の動作条件は、周期構造に基づく伝搬定数の振動 π/Λ による位相整合条件と等値である。(13)式が解をもつためには、

すなわち、前記(従来の技術)の項で挙げた周期ドメイン反転構造(バルク)でのSHGについてみるに、この場合の各ドメイン反転層の厚さが、コーヒーレンス長 ℓ_c の奇数倍となる条件(発生する分極波が同位相になり強め合う条件)は、導波路構造のチエレンコフ型SHGの場合には、導波モードの基本波とバルク波の高調波について同様に導かれる。すなわち、前記(1)式及び(7)式よりこの場合のコーヒーレンス長 ℓ_c は、

$$\ell_c = \pi/|\Delta k| = \lambda_r/(4|\Delta n|) \quad \dots\dots (8)$$

である。したがって、ドメインの周期を 2Λ とすると、コーヒーレンス長 ℓ_c の奇数倍となる上記の条件は、

$$\Lambda = \ell_c(2q+1) \quad (q=0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad \dots\dots (9)$$

である。ここで、最も基本的な $q=0$ の場合を考えると、

$$\Lambda = \ell_c = \lambda_r/(4|\Delta n|) \quad \dots\dots (10)$$

の条件で、基本波及び高調波のなす角度が零となり、位相の整合がとれることになる。

$$(\beta_r/k_{r0}) > n_{sn}^{sub} \quad \dots\dots (14)$$

となり、(6)式のチエレンコフの条件とは逆の関係にある。

上述した例では、非線形強誘電体光学材料基板(材料体)(1)自体に、第1及び第2の電極(11)及び(12)を被着した場合であるが、例えば第1図に示す例で、全面的に形成する第2の電極(12)については材料体(1)とは別体に構成した電極板として、或いは、第1の電極(11)または(及び)第2の電極(12)を絶縁基板上に形成してこれを材料体(1)の面(1a)または(1b)に密着させるようにすることもできる。

また、上述した例では材料体(1)が基板状をなす場合の例であるが、或る場合は、ガラス、サファイヤ、ニオブ酸リチウム等各種基板上にシングルドメイン化される非線形強誘電体光学材料を薄膜状に形成しこれを厚さ方向にシングルドメイン化し、これの上に一方の電極(11)を形成し、基板の裏面に、他方の電極(12)を配するとか或いはこの基板が導電体である場合はこの基板を電極(12)と

して上述したパルス印加によるドメインの反転化を行うこともできる。

H 発明の効果

上述の本発明方法によれば、シングルドメインの非線形強誘電体光学材料体(1)を挟んで設けられた第1及び第2の電極(11)及び(12)間にパルス電圧を印加することによって電場の生じた部分、すなわち電極パターンに対応した部分に自発分極の反転が生じ、ドメイン反転部を発生させるものであり、単に電極パターンの形成によってこのパターンのドメイン反転部を形成するようにしたので、この電極パターンの形成をフォトリソグラフィ等の高精度微細加工が可能な技術の適用によって微細ピッチ及びパターンに高精度に形成でき、また印加パルス電圧の制御によって反転ドメインの厚さ制御も容易につか高精度をもって行うことができる。

そして、この場合の反転ドメイン形成の印加電圧をパルス電圧としたので、その印加電圧を可成

り高めても、直流電圧を印加する場合における持続的な電流の流れ過ぎによる光学材料体(1)の結晶の破損の問題を回避できる。更にこのパルス電圧印加時において、抗電界減少のために材料体(1)を加熱した状態で行うことが望まれるが、上述したように本発明によれば、印加電圧を高めることができることから、光学材料体(1)への熱的影響、電極の焼付け等を回避できる。また、これらのことから、周波数反転ドメインのピッチの、より微細化をはかることができる。

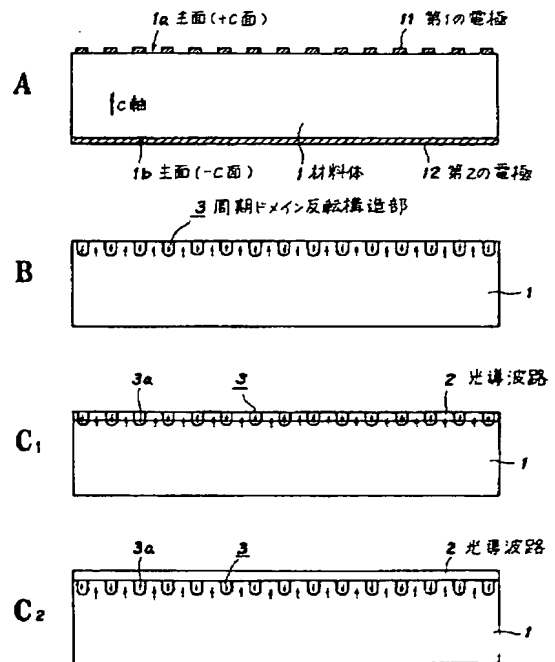
そして、このようにして形成されたドメイン反転部は、Tiドープによる場合のように屈折率に変化しないことから、上述の第2図で示した周期ドメイン反転構造部(3)を有する光導波路型SHGに適用して、この屈折率変化によってSH波のビームが複数本になることを回避でき、また位相不整合の発生を回避できることから、この不整合に基づく、導波路とドメイン変調の自由度の大幅な減少を回避できる。また、材料体たとえば基板(1)中に第2高調波が深く入り込むことによって生ずる出

力光ビームのファーフィールドパターンの三日月状パターンを回避でき、出力ビームを回折限界にまで容易に集光させることができるという利益をもたらす。更に基本波との重畳が大となることによって変換効率が向上するなど多くの利益をもたらす。

図面の簡単な説明

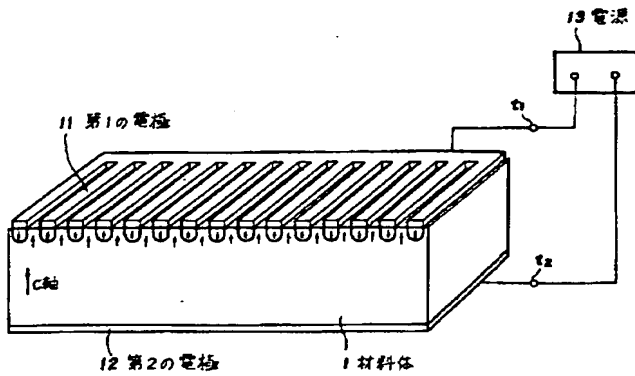
第1図は本発明方法の電場印加態様の一例を示す斜視図、第2図は本発明方法を適用するSHGの一例の一部を断面とした斜視図、第3図は本発明方法の一例の製造工程図、第4図は従来のチエレンコフ型SHGと位相整合の説明図、第5図はその導波路の等価屈折率と膜厚と導波モードの関係を示す図である。

(1)は基板(材料体)、(2)は導波路、(3)は周期ドメイン反転構造部、(11)及び(12)は第1及び第2の電極である。

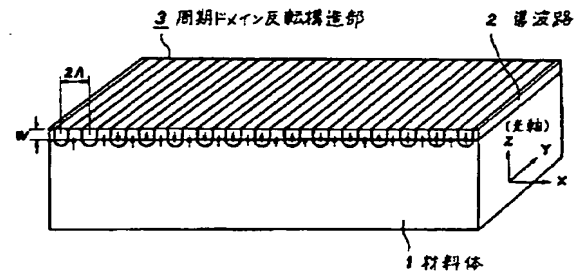


SHGの製造工程図
第3図

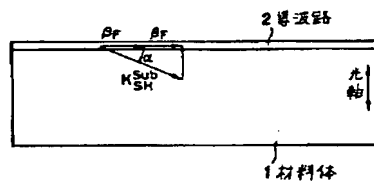
代理人 松隈秀盛



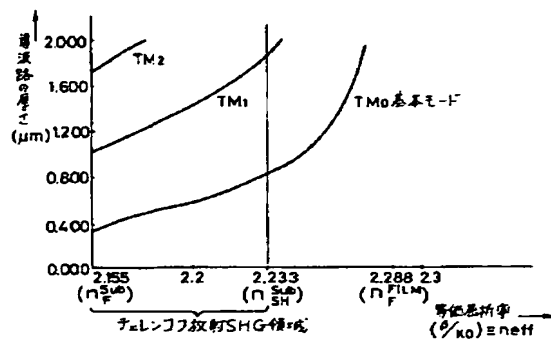
反転ドメインの制御方法を示す図
第 1 図



SHGの一部を断面した全体図
第 2 図



チェレンコフ放射SHGと位相整合の説明図
第 4 図



LiNbO₃光導波路の導波モードとチェレンコフ放射SHGの領域を示す図
第 5 図

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第2区分
【発行日】平成10年(1998)12月4日

【公開番号】特開平4-19719
【公開日】平成4年(1992)1月23日
【年通号数】公開特許公報4-198
【出願番号】特願平2-124786
【国際特許分類第6版】

G02F 1/37
H01S 3/109

【F I】

G02F 1/37
H01S 3/109

手続補正書

平成 9 年 4 月 21 日

II) 明細書中、第16頁15行「0.1 μ秒」を「0.1 秒」と訂正する。

以 上

特許庁長官 荻井寿光 殿

1. 事件の表示

平成 2 年 特 許 願 第 1 2 4 7 8 6 号

2. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

名 称 (218) ソ ニ ー 株 式 会 社

代表者 出 井 伸 之

3. 代理人

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号(新宿ビル)

TEL 03-3343-5821

FAX 03-3348-2746

氏 名 (8088) 弁護士 松 隈 秀 彦



4. 補正により増加する請求項の数

5. 補正対象書類名 明細書

6. 補正対象項目名 発明の詳細な説明

7. 補正の内容

45/21